

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑰ 特許出願公開

## ⑱ 公開特許公報 (A) 平4-79629

⑲ Int. Cl.

H 04 J 3/14  
H 04 L 25/02

識別記号

Z 7117-5K  
301 A 8226-5K

⑳ 公開 平成4年(1992)3月13日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全13頁)

㉑ 発明の名称 SDHディジタル多重伝送路の監視方式

㉒ 特願 平2-193135

㉓ 出願 平2(1990)7月23日

特許法第30条第1項適用 1990年3月5日発行の「1990年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集分冊3」に発表

㉔ 発明者 原 博之	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
㉔ 発明者 矢野 健剛	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
㉔ 発明者 星野 隆資	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
㉕ 出願人 日本電信電話株式会社	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
㉖ 代理人 弁理士 三好 秀和	外1名

最終頁に続く

## 明細書

## 1. 発明の名称

SDHディジタル多重伝送路の監視方式

## 2. 特許請求の範囲

(1) 低速バスを終端する低速バス終端装置と、低速バスの中間において複数の低速バスを高速バスに多重分離するとともに高速バスを終端する複数の高速バス終端装置とを有し、各バス終端装置は受信したバスの信号の異常状態および自装置の異常装置の検出により異常通知情報を生成する手段を有しているSDHディジタル多重伝送路の監視方式であって、前記高速バス終端装置は、異常状態を検出した高速バスの識別子を前記異常通知情報とともに監視情報として異常状態を検出した高速バスに収容されているすべての低速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに割り付け挿入する手段を有し、前記低速バス終端装置は、受信した低速バスのオーバヘッドから前記監視情報を分離解析する手段を有することを特徴とするSDHディジタル多重伝送路の監視方式。

(2) 低速バスを終端する低速バス終端装置と、低速バスの中間において複数の低速バスを高速バスに多重分離するとともに高速バスを終端する複数の高速バス終端装置とを有し、各バス終端装置は受信したバスの信号の異常状態および自装置の異常状態の検出により異常通知情報を生成する手段を有しているSDHディジタル多重伝送路の監視方式であって、前記高速バス終端装置は、次の区間の高速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに対し、異常状態にある高速バスまたは装置の識別子、異常状態を検出した時刻を前記異常通知情報とともに監視情報として挿入する手段と、前の区間からの監視情報を転送する手段とを有し、前記低速バス終端装置は、隣接した高速バス終端装置から受け取った前記監視情報から異常状態を検出した時刻を分離し、低速バスの異常状態を検出した時刻と比較分類する手段を有することを特徴とするSDHディジタル多重伝送路の監視方式。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

## (産業上の利用分野)

本発明は、光ファイバケーブルを使用したディジタル多重伝送路を監視するSDHディジタル多重伝送路の監視方式に関する、特に国際電信電話諮問委員会(CCITT)勧告G.707, G.708, G.709、その他に常掛するインターフェースを用いた多重伝送方式に関する。

## (従来の技術)

この種の多重伝送路は、第9図に示すように、エリアAとエリアBの間に情報の伝送を行うために設定されている低速バスPLIおよび該低速バスPLIの途中が通過している高速バスPNを有し、低速バスの一端はエリアAにおいて低速バス終端装置T<sub>LA</sub>で終端され、他端はエリアBにおいて低速バス終端装置T<sub>LB</sub>で終端され、高速バスPNの一端はエリアAにおいて高速バス終端装置T<sub>HA</sub>で終端され、他端はエリアBにおいて高速バス終端装置T<sub>HB</sub>で終端されている。なお、第9図では、1つの低速バスPLIのみが高速バスPNを通っているが、実際には高速バスに複数の低速バスが多い。

送される。そして、監視制御装置およびセンタ装置は、予め高速バスPN、高速バス終端装置T<sub>HA</sub>、T<sub>HB</sub>および低速バスPLI、低速バス終端装置T<sub>LA</sub>、T<sub>LB</sub>を網構成情報をとして登録することにより、転送されてきた故障情報A<sub>HA</sub>、A<sub>HB</sub>、A<sub>LA</sub>、A<sub>LB</sub>をもとにして監視制御装置でエリア内またはセンタ装置ではエリア間の故障区間および故障内容を特定している。

## (発明が解決しようとする課題)

上述した従来の多重伝送路の監視方式においては、例えば高速バスが故障すると、高速バス終端装置から故障情報が出力されると同時に、該高速バスの中に収容されている低速バスも故障し、低速バス終端装置からも故障情報が出力され、監視制御装置およびセンタ装置には多くの故障情報が集まってしまうし、また集める必要もあるため、主信号を伝送する通信路の他に各バス終端装置から監視制御装置およびセンタ装置までの別の通信路が必要となるという問題がある。

また、これらの多くの故障情報から故障点を特

別分離して通るようになっている。このような多重伝送路において、例えば低速バスPLIが1.5Mb/sであり、高速バスPNが52Mb/sであることがあることがある。なお、このような多重伝送路を監視する方式は、さまざまな形態で実用化され、その代表的な例は横山、山口、北沢、山田「COSMICSを構成する技術」NTT発行、施設、Vol.40, No.11, 60頁以下(1988年)に開示されている。

第9図に示す多重伝送路において、例えば故障点Pで高速バスPNに異常が発生したとすると、高速バスPNを終端する高速バス終端装置T<sub>HA</sub>、T<sub>HB</sub>で検出される故障情報A<sub>HA</sub>、A<sub>HB</sub>が出力されると同時に、該高速バスPNの中に収納されている低速バスPLIも故障するため、高速バスPNに収容されている低速バスPLIを終端する低速バス終端装置T<sub>LA</sub>、T<sub>LB</sub>で検出される故障情報A<sub>LA</sub>、A<sub>LB</sub>が出力され、これらの故障情報は警報収集装置DSVA、DSVBを経て監視制御装置TMOSA、TMOSBおよびセンタ装置NOSCに転

送される。そして、監視制御装置およびセンタ装置は、予め高速バスPN、高速バス終端装置T<sub>HA</sub>、T<sub>HB</sub>および低速バスPLI、低速バス終端装置T<sub>LA</sub>、T<sub>LB</sub>を網構成情報をとして登録することにより、転送されてきた故障情報A<sub>HA</sub>、A<sub>HB</sub>、A<sub>LA</sub>、A<sub>LB</sub>をもとにして監視制御装置でエリア内またはセンタ装置ではエリア間の故障区間および故障内容を特定している。

更に、網構成データベースは現実の接続関係に完全に一致していることが必要であり、接続関係の変更毎にデータを変更する必要があるというように最新の情報を常に維持していくなければならないという面倒な作業が必要であるという問題がある。

本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、簡単な構成でバスの異常状態の内容を適確に判断することができるSDHディジタル多重伝送路の監視方式を提供することにある。

## 〔発明の構成〕

## 〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明のSDHデ

イジタル多重伝送路の監視方式は、低速バスを終端する低速バス終端装置と、低速バスの中間において複数の低速バスを高速バスに多重分離するとともに高速バスを終端する複数の高速バス終端装置とを有し、各バス終端装置は受信したバスの信号の異常状態および自装置の異常状態の検出により異常通知情報を生成する手段を有しているSDHディジタル多重伝送路の監視方式であって、前記高速バス終端装置は、異常状態を検出した高速バスの識別子を前記異常通知情報とともに監視情報として異常状態を検出した高速バスに収容されているすべての低速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに割り付け挿入する手段を有し、前記低速バス終端装置は、受信した低速バスのオーバヘッドから前記監視情報を分離解析する手段を有することを要旨とする。

また、本発明のSDHディジタル多重伝送路の監視方式は、低速バスを終端する低速バス終端装置と、低速バスの中間において複数の低速バスを高速バスに多重分離するとともに高速バスを終端

フレームフォーマット上のオーバヘッドに割り付け挿入し、低速バス終端装置は受信した低速バスのオーバヘッドから監視情報を分離解析している。

また、本発明のSDHディジタル多重伝送路の監視方式では、高速バス終端装置は次の区間の高速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに対し、異常状態にある高速バスまたは装置の識別子、異常状態を検出した時刻を異常通知情報とともに監視情報として挿入するとともに前の区間からの監視情報を転送し、低速バス終端装置は隣接した高速バス終端装置から受け取った監視情報から異常状態を検出した時刻を分離し、低速バスの異常状態を検出した時刻と比較分類している。

#### (実施例)

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

第1図は本発明の一実施例に係わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式が適用される多重伝送路の構成を示す図である。同図に示す多重伝送路は、低速バスLP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>、低速バス終端装

する複数の高速バス終端装置とを有し、各バス終端装置は受信したバスの信号の異常状態および自装置の異常状態の検出により異常通知情報を生成する手段を有しているSDHディジタル多重伝送路の監視方式であって、前記高速バス終端装置は、次の区間の高速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに対し、異常状態にある高速バスまたは装置の識別子、異常状態を検出した時刻を前記異常通知情報とともに監視情報として挿入する手段と、前の区間からの監視情報を転送する手段とを有し、前記低速バス終端装置は、隣接した高速バス終端装置から受け取った前記監視情報から異常状態を検出した時刻を分離し、低速バスの異常状態を検出した時刻と比較分類する手段を有することを要旨とする。

#### (作用)

本発明のSDHディジタル多重伝送路の監視方式では、異常状態を検出した高速バスの識別子を異常通知情報とともに監視情報として該高速バスに収容されているすべての低速バスのフレーム

フォーマット上のオーバヘッドに割り付け挿入し、低速バス終端装置は受信した低速バスのオーバヘッドから監視情報を分離解析している。

次に、この動作について説明する。一般に高速バス、低速バスは両方向の伝送を行うが、説明は片方向についてのみ行う。高速バス終端装置には、予め終端している高速バスおよび装置自身を識別する識別子IDを割り振り、記憶させてある。まず、高速バス終端装置HT<sub>A</sub>は自装置の監視情報S<sub>A</sub>を低速バスLP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>のフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する。高速バス終端装置HT<sub>B</sub>は、低速バスLP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>のオーバヘッドにより転送されてきた監視情報S<sub>A</sub>に加えて、高速バスHP<sub>A</sub>と自装置の異常状態通知情報を含む監視情報S<sub>B</sub>を各々の低速バスのオーバヘッドに挿入する。同様に、高速バス終端装置HT<sub>C</sub>は、低速バスLP<sub>1</sub>のオーバヘッドにより転

送されてきた監視情報 ( $S_A + S_B$ ) に加え、高速バス  $H_P$  と自装置の異常状態通知情報を含む監視情報  $S_C$  を低速バス  $L_P$  のオーバヘッドに挿入する。

このようにして低速バス終端装置  $L_T$  は、終端している低速バス  $L_P$  が経由してきた全ての高速バスおよび高速バス終端装置の監視情報を自動的に収集することができる。従って、検出した低速バスの異常状態を、低速バスが経由してきた高速バスおよび高速バス終端装置の異常状態と関係付け、その原因を特定することが可能になる。

第2図は第1図に示した前記高速バス終端装置  $H_T$ 、 $H_Tc$  および低速バス終端装置  $L_T$  の構成を詳しく示すブロック構成図である。本実施例では、高速バスとして  $150 \text{ Mb/s}$  信号 ( $STM-1$ )、低速バスとして  $52 \text{ M}$  信号 ( $VC-32$ ) を用いた場合について示している。第3図は、 $150 \text{ Mb/s}$  信号および  $52 \text{ M}$  信号のフレームフォーマットを示す。各記号は第1表のとおりであり、X印を付したバイトは各図で自由に利

用できるように定められている。バスオーバヘッドのうち保守者の便宜用バイト  $F_2$ 、予備用バイト  $Z_3 \sim Z_5$  が本発明に利用可能である。本構成例では、 $F_2$  バイトを利用し、監視情報を転送する例となっている。

以下余白

第1表（第3図の記号）

オーバヘッド バイト	用 途
セ ク シ ョ ン オ ペ レ ッ ド	A1, A2 フレーム同期
	B1 中継セクション区間の誤り監視
	B2 セクション区間の誤り監視
	D1-D3 保守運用に使用
	D4-D12
	E1, E2 保守者用音声通信
	C1 STM-N 内の STM-1 多重番号の指定
	K1, K2 セクション区間の切替制御、警報転送
	F1 保守者の便宜
	Z1, Z2 予備
ボ イ ン タ	H1, H2 VC-32 バスの先頭位相の指示
	H3 周波数同期
バ ス オ リ バ ヘ ッ ド	J1 VC-32 バス接続経路確認
	B3 VC-32 バス区間の誤り監視
	C2, G1 警報転送
	F2 保守者の便宜
	H4 マルチフレーム表示
	Z3-Z5 予備

また、異常状態として、“信号断”、“誤り率がある値以上の状態（誤り率は、上記 B1, B2, B3 バイトによって検出されたビット誤りを用いて装置内で算出される）”、“受信回路の故障等の自装置故障”の3状態を定義する。そのため、高速バス終端装置は、受信した高速バスおよび自装置の動作情報から異常状態通知情報  $ALM$  を生成する手段として、フレーム同期がとれなくなったことにより信号断を検出するフレーム同期回路  $11, 21$ 、誤りが発生したことを検出する誤り検出回路  $12, 22$ 、誤り率が所定値を超えたことを検出する誤り率算出回路  $13, 23$  および自装置の故障状態を監視する装置監視回路  $14, 24$  を備える。また、前記異常状態通知情報  $ALM$  に終端している高速バス名または装置名を示す識別子  $ID$ （記憶回路  $15, 25$  に予め記憶させている）を付加し、監視情報  $S_A, S_B, S_C$  を組み立てる監視情報生成回路  $17, 27$  を備える。

低速バス終端装置は、受信した低速バスと自装置の動作情報から異常状態通知情報  $ALM$  を生

成する手段として、誤りが発生したことを検出する誤り検出回路 3-2、誤り率が所定値を越えたことを検出する誤り率算出回路 3-3 および自装置の故障状態を監視する装置監視回路 3-4 を備える。

高速バス終端装置HT<sub>a</sub>は、受信した高速バスHP<sub>a</sub>に収容されている低速バスLP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>のバスオーバヘッドから監視情報を分離し、自装置で生成した監視情報S<sub>a</sub>を付加して再度低速バスLP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>のバスオーバヘッドに挿入する構成となっている。高速バス終端装置HT<sub>c</sub>は、受信した低速バスLP<sub>1</sub>のバスオーバヘッドから監視情報を分離し、自装置で生成した監視情報S<sub>c</sub>を付加し、再度低速バスLP<sub>1</sub>のバスオーバヘッドに挿入する構成となっている。また、低速バス終端装置LT<sub>c</sub>は受信した低速バスLP<sub>1</sub>のバスオーバヘッドにより転送されてきた高速バスの監視情報と自装置で検出した監視情報とを比較分析し、故障原因の特定をする構成である。すなわち、高速バス終端装置HT<sub>a</sub>、HT<sub>c</sub>は、受信した高速バスに収容されている低速バスを分離す

て異常（誤り率劣化：誤り率が規定された値以上）が発生した場合を例にとり説明する。まず、高速バス終端装置H.T.の検出回路12は、高速バスH.P.の誤り率劣化を検出し、異常状態通知情報ALM<sub>H.A.</sub>を監視情報生成回路17に送る。監視情報生成回路17では、高速バスH.P.の識別子ID<sub>H.A.</sub>を記憶回路15から読み取り、監視情報S<sub>0</sub>を生成し、選択回路19-1, 19-2へ送る。

選択回路 19-1, 19-2 は、監視情報 S<sub>1</sub> を低速バスレポートのバスオーバヘッド F2 バイトに挿入すると同時に「VC-32 バス区間の誤り監視用バイト B3」の付替えを行う。すなわち、低速バスである VC-32 バスはエンド-エンド（本実施例の場合には低速バス終端装置し T<sub>1</sub> ～し T<sub>2</sub> 間）でビットインタリーブドバリティを用いて監視されている。そのため、途中で監視情報 S<sub>1</sub> を挿入すると、そのままで低速バスの誤り監視ができなくなる。B3 バイトの付替え処理の方法を選択回路の詳細構成図である第4図を用いて説明する。同図において、41 はバリティチェック

る低速バス分離回路 18, 28、低速バスのバスオーバヘッドの F2 バイトを分離し、「分離された信号の監視情報をそのまま再度挿入する」、「監視情報生成回路 17, 27 の出力を付加して挿入する」、のいずれかを監視情報生成回路からの異常状態通知情報 A L M の有無に従って選択する選択回路 19-1, 19-2, 29 を備える。なお、選択回路は低速バス対応に備えられる。高速バス終端装置 I T は低速バスを再度高速バスに多重化する低速バス多重回路 20-1, 20-2 を備える。

一方、低速バス終端装置 LTc は、低速バスのバスオーバヘッドの F2 バイトを分離する F2 分離回路 37、高速バス終端装置で挿入され、F2 バイトで転送されてきた監視情報と自装置で検出した監視情報を比較分析して、低速バスの異常の原因を特定する分析回路 38 を備える。

次に、監視情報を低速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する方法を詳しく説明する。第2図において、高速バスH.P.において

ック回路、42はF2分離回路、43はデータ受信回路、44はデータ結合回路、45はデータ送信回路、46はF2挿入回路、47はパリティ付替回路である。この動作においては、入力した低速バスLP<sub>1</sub>信号はパリティチェック回路41で、ここまでに誤りが発生していないかを判定される。同時に、F2分離回路42によりバスオーバヘッドからF2バイトが分離され、データ受信回路により前区間からの監視情報が取り出される。データ結合回路44は、前区間からの監視情報が無い期間に監視情報S<sub>0</sub>をデータ送信回路45に送る。データ送信回路45は監視情報S<sub>0</sub>にデータ逆信のためのフレーム信号等を付加し、例えば既知のHDL C信号を組立て、F2挿入回路46に送る。F2挿入回路46では低速バスP<sub>1</sub>のバスオーバヘッドのF2バイトにデータ送信回路45から送られてきた信号を挿入する。パリティ付替回路46は、監視情報S<sub>0</sub>が挿入された低速バス(VC-32バス)信号のインターブドパリティの再計算を行い、次のフレームのB3バイト

に計算結果をパリティビットとして乗せる。このとき、パリティチェック回路41が誤りを検出した場合に、相当するビットの1/0を反転して乗せることにより、前区間での監視状態が保存される。

低速バス終端装置しT<sub>o</sub>の誤り率算出回路33は高速バスにおいて発生した誤り率劣化に起因する低速バスL<sub>P<sub>1</sub></sub>の誤り率の劣化を検出し、異常状態通知情報ALM<sub>1</sub>を分析回路38に送る。一方、分析回路38の他方の入力端子には低速バスL<sub>P<sub>1</sub></sub>のバスオーバヘッドのF2バイトにより転送されてきた高速バスの監視情報S<sub>a</sub>がF2分離回路37により分離され、入力される。分析回路38は異常状態通知情報ALM<sub>1</sub>と高速バスの監視情報S<sub>a</sub>を比較することにより、低速バスの誤り率劣化が高速バスHP<sub>a</sub>の誤り率劣化に起因すると判断できる。

上述した多重伝送路の監視方式では、低速バス終端装置で低速バスの動作状態を監視する方式において、低速バスの中間に設置される高速バス終

めた各種速度の信号が使用可能である。そのセクションオーバヘッド、バスオーバヘッドには、複数バイトについて種々の目的に利用できる余裕がある。これらのバイトを用いて、必要な監視情報を効率的に伝送することができる。上記勧告G.707, G.708, G.709については、国際電気通信連合発行「ブルーブック」に詳しく記載されている。

第5図は本発明の他の実施例に係わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式が適用される多重伝送路の構成を示す図である。同図に示す多重伝送路は、低速バスL<sub>P<sub>1</sub></sub>, L<sub>P<sub>2</sub></sub>, L<sub>P<sub>3</sub></sub>の両端に設置される低速バス終端装置しT<sub>o</sub>,しT<sub>1</sub>,しT<sub>2</sub>とその低速バスの中間に設置され、前記の低速バスを高速バスHP<sub>a</sub>, PH<sub>b1</sub>, HP<sub>b2</sub>, HP<sub>c1</sub>, HP<sub>c2</sub>に多重分離するとともに高速バスを終端する高速バス終端装置HT<sub>a</sub>, HT<sub>b1</sub>, HT<sub>b2</sub>, HT<sub>c1</sub>, HT<sub>c2</sub>を含む。各装置は受信される信号および自装置の動作状態から監視情報を生成する手段を備えている。

端装置の動作状態を示す監視情報を、その低速バスの受信端に設けた低速バス終端装置まで低速バスの主信号のフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入して自動的に転送させることにより、主信号通路とは別の監視情報信号用の通信路を不要とし、かつ低速バス終端装置において、当該バスの品質変動時にその発生原因等の情報を容易に収集することを可能にし、その原因を判断可能とするものである。

更に具体的には、多重伝送路の監視方式では、フレームフォーマット上のオーバヘッドの中に故障（異常、エラー）を検出した場所（時点）で故障内容を付加しているものである。そして、高速バスに故障が発生すると、その高速バスに収容されている低速バスのオーバヘッドにその故障情報を載せている。

国際電信電話諮問委員会（CCITT）勧告G.707, G.708, G.709、その他には、主信号のフレームフォーマットが定義されている。本実施例におけるバスとしては、セクションを含

次に、この動作について説明する。一般に高速バス、低速バスは両方向の伝送を行うが、説明は片方向についてのみ行う。高速バス終端装置には、予め終端している高速バスおよび装置自身を識別する識別子IDを割り振り、記憶させてある。まず、高速バス終端装置HT<sub>a</sub>は自装置の監視情報S<sub>a</sub>を高速バスHP<sub>a</sub>のオーバヘッドに挿入する。高速バス終端装置HT<sub>b1</sub>は、前区間の高速バスHP<sub>a</sub>のオーバヘッドにより転送されてきた監視情報S<sub>a</sub>に高速バスHP<sub>a</sub>と自装置の異常状態通知情報を含む監視情報S<sub>b1</sub>を加え、次の区間の高速バスのオーバヘッドに挿入する。この時、高速バスHP<sub>a</sub>に収容されている低速バスL<sub>P<sub>1</sub></sub>としP<sub>2</sub>は各々高速バスHP<sub>b1</sub>とHP<sub>b2</sub>に分離されるため、監視情報(S<sub>a</sub>+S<sub>b1</sub>)はHP<sub>b1</sub>とHP<sub>b2</sub>の両高速バスのオーバヘッドに挿入する。同様に、高速バス終端装置HT<sub>c1</sub>は、高速バスHP<sub>b2</sub>のオーバヘッドにより転送されてきた監視情報S<sub>b2</sub>と高速バスHP<sub>b2</sub>のオーバヘッドにより転送されてきた監視情報(S<sub>a</sub>+S<sub>b2</sub>)に高速バスHP<sub>c1</sub>、

$H_P_c$  と自装置の異常状態通知情報を含む監視情報  $S_c$  を加え、監視情報 ( $S_a + S_b + S_{ab} + S_c$ ) として次の区間の高速バス  $H_P_c$  のオーバヘッドに挿入する。高速バス終端装置は  $HT_c$  は、高速バス  $H_P_c$  のオーバヘッドにより転送されてきた監視情報に高速バス  $H_P_c$  と自装置の監視情報  $S_c$  を加え、低速バス終端装置  $LT$  に装置間の情報統合を用いて転送する。

このように低速バス終端装置  $LT$  では、終端している低速バス  $L_P$  と  $L_P$  が経由してきた全ての高速バスおよび高速バス終端装置の監視情報を把握することができるため、検出した低速バスの異常状態を、低速バスが経由してきた高速バスおよび高速バス終端装置の異常状態と関係付け、その原因を特定することができる。

第6図は第5図に示した前記高速バス終端装置  $HT_c$ 、 $HT$  および低速バス終端装置  $LT$  の構成を詳しく示すブロック構成図である。本例では、高速バスとして  $150\text{M}\text{b}/\text{s}$  信号 ( $STM-1$ )、低速バスとして  $52\text{M}$  信号 ( $VC-32$ )

$33$  および自装置の故障状態を監視する装置監視回路  $14$ 、 $34$  を備える。また、前記異常状態通知信号  $ALM$  に異常を検出した時刻  $T_M$  (時計  $16$ 、 $36$  により求められる) と終端している高速バス名または装置名を示す識別子  $ID$  (記憶回路  $15$ 、 $35$  に予め記憶させている) を付加し、監視情報  $S_c$ 、 $S$  を組み立てる監視情報生成回路  $19$ 、 $39$  を備える。

低速バス終端装置は、受信した低速バスと自装置の動作情報から異常通知情報  $ALM$  を生成する手段として、誤りが発生したことを検出する誤り検出回路  $52$ 、誤り率が所定値を超えた高速バス終端装置  $HT_c$  は、受信した高速バス  $H_P_c$  と  $H_P_c$  のセクションオーバヘッドから監視情報を分離し、自装置で生成した監視情報  $S_c$  を付加して次段の高速バス  $H_P_c$  のオーバヘッドに挿入する構成となっている。高速バス終端装置  $HT$  は、受信した高速バス  $H_P_c$  のセクションオーバヘッドから監視情報を分離し、自装置で生成した監視情報  $S$  を付加し、情報統合を介して低速バス終

端装置へ転送する構成となっている。また、低速バス  $LT$  は情報統合を介して高速バス終端装置  $HT$  から送られてきた高速バスの監視情報と自装置で検出した監視情報を比較判定し、故障原因の特定をする構成である。すなわち、高速バス終端装置  $HT_c$ 、 $HT$  は、受信した高速バスから  $F1$  バイトを分離する  $F1$  分離回路  $17$ 、 $37$  および分離された信号から監視情報を取り出すデータ受信回路  $18$ 、 $38$  を備える。また、前の高速バス区間からの監視情報をそのまま次の高速バス区間へ伝送する。監視情報生成回路  $19$ 、 $39$  の出力を付加して次の区間へ伝送する、のいずれかを異常状態通知情報  $ALM$  の有無に従って選択する選択回路  $21$ 、 $41$  を備える。多重分離回路  $20$ 、 $40$  は高速バスに収容されている低速バスを多重分離する。また、高速バス終端装置  $HT_c$  は、高速バス  $H_P_c$  の  $F1$  バイトに監視情報を挿入する  $F1$  挿入回路  $23$  を備えている。

一方、低速バス終端装置  $LT$  は、低速バスの異常を検出した時刻  $T_M$  (時計  $56$  によって与

えられる)と高速バス終端装置から送られてきた監視情報の中の時刻  $T_{M_{11}}$  との比較判定を行い、自装置で検出した異常状態通知情報  $ALM_{11}$  との関係付けを行う比較判定回路 64 を備える。

メッセージ通信を行うため、高速バス終端装置  $HT_c$ 、 $HT_o$  はデータ受信回路 18、19 とデータ送信回路 22、24 を備え、低速バス終端装置  $HT_o$  はデータ受信回路 58 を備える。これら送受信回路間の通信手順としては、既知の HDLC 手順等を用いることにより、容易に高品質な通信を行うことができる。監視情報をメッセージとして伝送する場合の HDLC フレーム構成の一例を第 7 図に示す。

次に、監視情報を高速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する方法および故障原因の特定方法を詳しく説明する。第 6 図において、高速バス  $HP_{o1}$  と  $HP_{o3}$  において各々時刻  $T_{M_{11}}$  と  $T_{M_{13}}$  に異常(誤り率劣化: 誤り率が規定された値以上)が発生した場合を例にとり説明する。まず、高速バス終端装置  $HT_c$  の検出回路 1

$HP_c$  および自装置が異常状態でないため、F1 分離回路 37 により分離された F1 バイトの監視情報をそのまま情報継続を介して低速バス終端装置  $HT_o$  に伝送する。

低速バス終端装置  $HT_o$  の誤り率算出回路 53 は高速バス  $HP_{o1}$  において発生した誤り率劣化に起因する誤り率の劣化を検出し、異常状態通知情報  $ALM_{11}$  を比較判定回路 64 に送る。比較判定回路 64 では、誤り率劣化を検出した時刻  $T_{M_{11}}$  を時計 16 から読み取り、監視情報  $S_c$  から分離した時刻  $T_{M_{11}}$ 、 $T_{M_{13}}$  と比較する。同一の原因で生じた異常状態の検出時刻には次の関係が成立している。

$$T_{M_{11}} = T_{M_{13}} + \alpha$$

$\alpha$  は高速バスでの伝送遅延時間および装置内での処理時間であるが、一般には高々数 100 ms 程度であり、検出時刻の比較に際して、許容誤差範囲を数 100 ms にとることにより、異常状態通知情報の  $ALM_{11}$  と  $ALM_{13}$  が同一原因で生じたことを正しく判定できる。なお、 $T_{M_{11}}$  と  $T_{M_{13}}$

2 は、高速バス  $HP_{o1}$  の誤り率劣化を検出し、異常状態通知情報  $ALM_{11}$  を監視情報生成回路 19 に送る。監視情報生成回路 19 では、誤り率劣化を検出した時刻  $T_{M_{11}}$  を時計 16 から、高速バス  $HP_{o1}$  の識別子  $ID_{o1}$  を記憶回路 15 から読み取り、監視情報  $S_{c1}$  を生成し、選択回路 21 へ送る。高速バス  $HP_{o3}$  の誤り率劣化についても同様に監視情報  $S_{c2}$  (異常状態通知情報  $ALM_{13}$ 、検出時刻  $T_{M_{13}}$ 、識別子  $ID_{o3}$ ) が生成され、選択回路 21 へ送られる。選択回路 21 では、前区間の高速バス  $HP_{o1}$ 、 $HP_{o3}$  のオーバヘッドにより転送されてくる監視情報は存在しないため、自装置で生成した監視情報  $S_c$  ( $S_{c1} + S_{c2}$ ) のみをデータ送信回路 22 へ送る。データ送信回路 22 では、HDLC のフレーム構成を組立て、F1 挿入回路 23 によって高速バス  $HP_c$  のフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する。この場合に、F1 バイトでは第 8 図に示すメッセージが送られる。

次段の高速バス終端装置  $HT_o$  では、高速バス

との時間差は数 100 ms 以上となるため、 $ALM_{11}$  の原因を  $ALM_{13}$  と誤判定することはない。このように検出した時刻を比較することにより、低速バス終端装置  $HT_o$  で終端している複数のバスで異常が検出された場合においても、各々のバスの異常の原因となっている高速バスを容易に特定することが可能となる。

上述した多重伝送路の監視方式では、故障情報として故障の発生時刻を用いてオーバヘッドに載せている。低速バスの終端部で自己のバス(低速バス)が何時誤ったか、すなわち故障が起きたかを検出する。この時刻を例えば A とする。高速バスが故障すると、高速バスのオーバヘッドに時刻情報を含む故障情報を載せる。この時刻を例えば B とする。そして、A と B の時刻を照合することによって、A の原因是 B を発生した高速バスであることがわかるのである。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、高速バス終端装置で検出した異常状態通知情報を高速バ

スまたは装置の識別子とともに監視情報として高速バスが収容しているすべての低速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドを用いて、低速バス終端装置まで伝送しているため、または高速バス終端装置で検出した異常状態通知情報を高速バスまたは装置の識別子および検出した時刻とともに監視情報として高速バスのフレームフォーマット上のオーバヘッドを用いて、順次高速バス終端装置を転送し、低速バス終端装置まで伝送しているため、低速バス終端装置では自装置で検出した低速バスの信号の異常状態と高速バスの異常状態を関係づけて、故障区間を特定できるので、各バス終端装置から故障区間特定のための監視装置までの別の通信路が必要なくなるとともに、故障区間の特定を行うためのバス終端装置間の接続関係等を示す網構成データベースが不要になる等データベースの維持のための作業が不要になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式を適用した多重伝送

路の構成を示す図、第2図は第1図の多重伝送路に使用される高速バス終端装置および低速バス終端装置の構成を詳細に示すブロック図、第3図は第1図の実施例のオーバヘッドの構成例を示す150Mb/s信号および52Mb/s信号のフレームフォーマットを示す図、第4図は第2図の高速バス終端装置に使用されている選択回路の構成を示すブロック図、第5図は本発明の他の実施例に係わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式が適用される多重伝送路の構成を示す図、第6図は第5図の多重伝送路に使用される高速バス終端装置および低速バス終端装置の構成を詳細に示すブロック図、第7図はF1バイトへ挿入する監視情報のメッセージ構成の一例を示す図、第8図はF1バイトへ挿入する監視情報のメッセージの具体例を示す図、第9図は従来の多重伝送路の監視方式の構成図である。

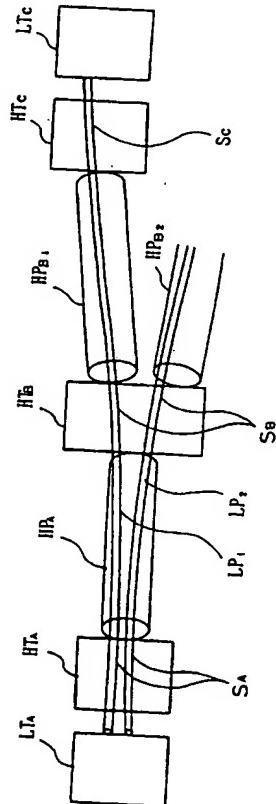
H T A , H T B , H T C , H T D . . . 高速バス  
終端装置

H P A , H P B , H P C . . . 低速バス

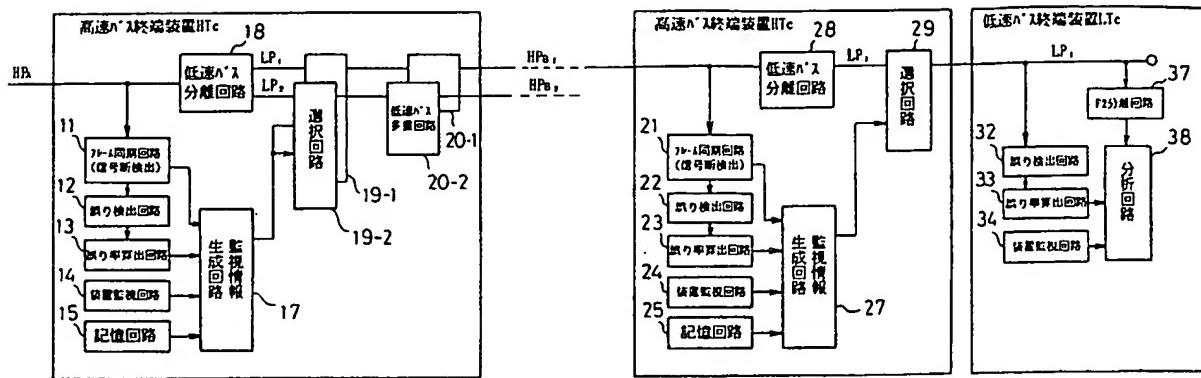
L T A , L T B , L T C , L T D . . . 低速バス  
終端装置

L P 1 , L P 2 , L P 3 . . . 低速バス

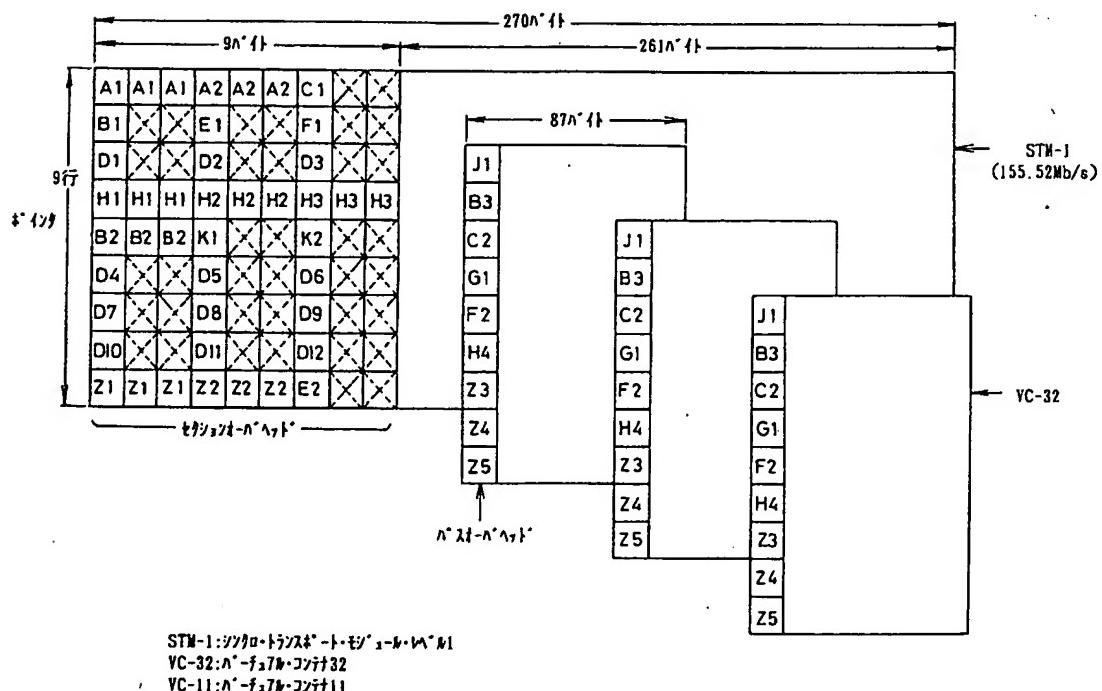
代理人弁理士 三好秀和



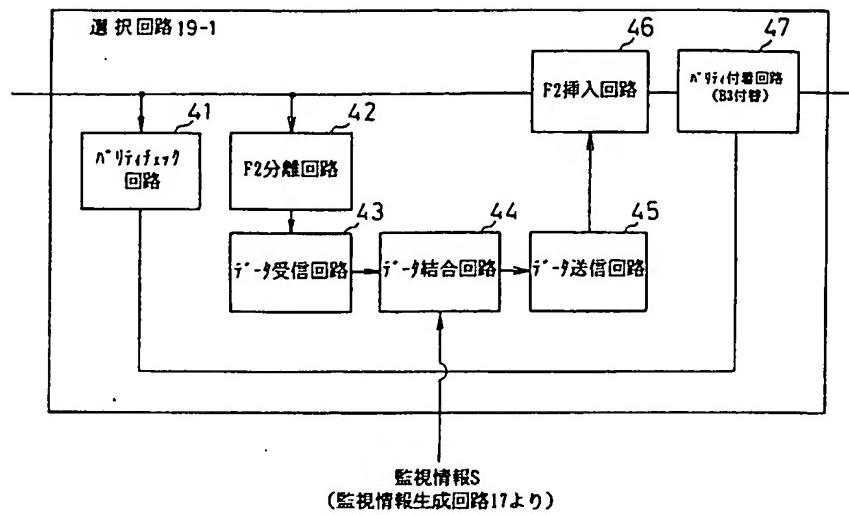
図一概



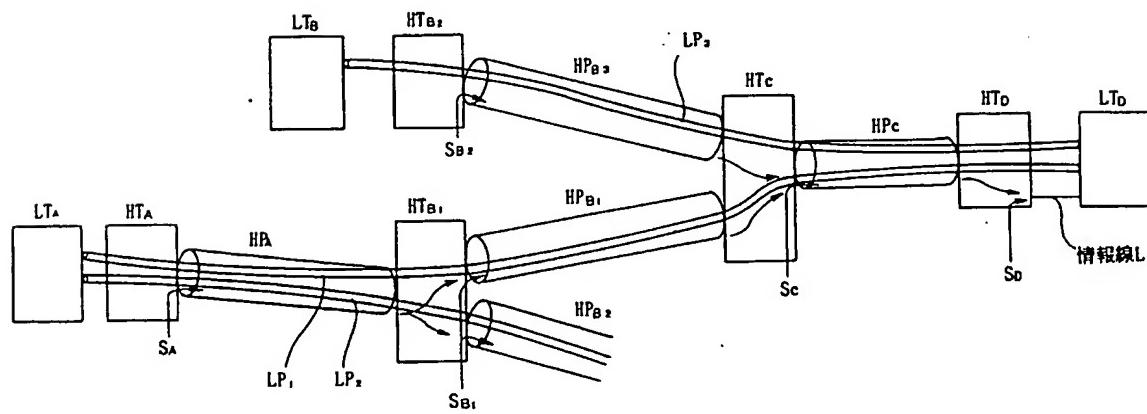
第 2 図



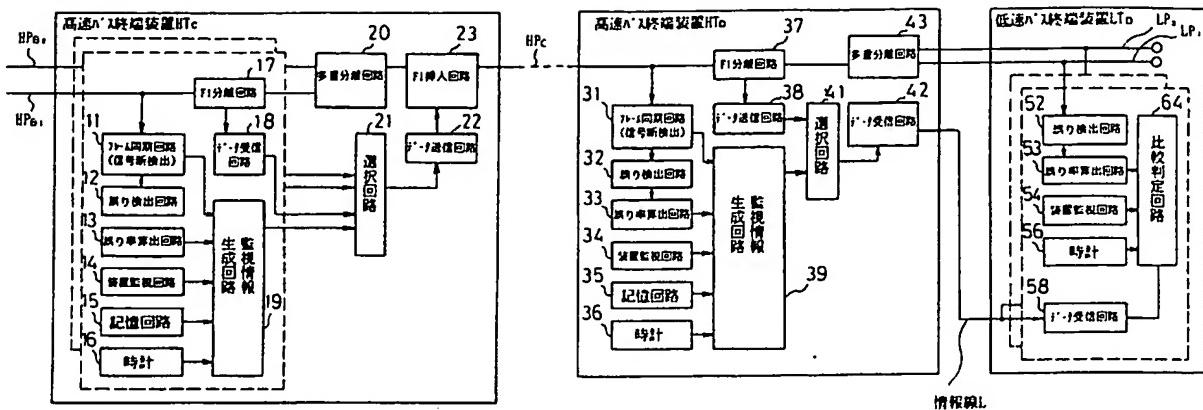
第 3 図



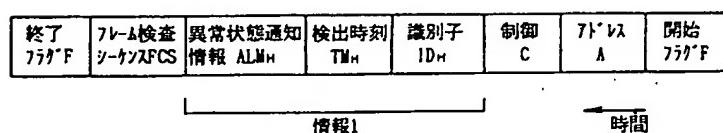
第 4 図



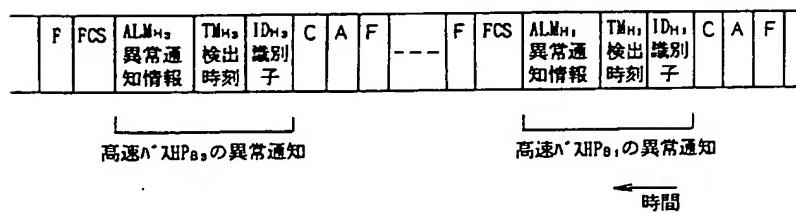
第 5 図



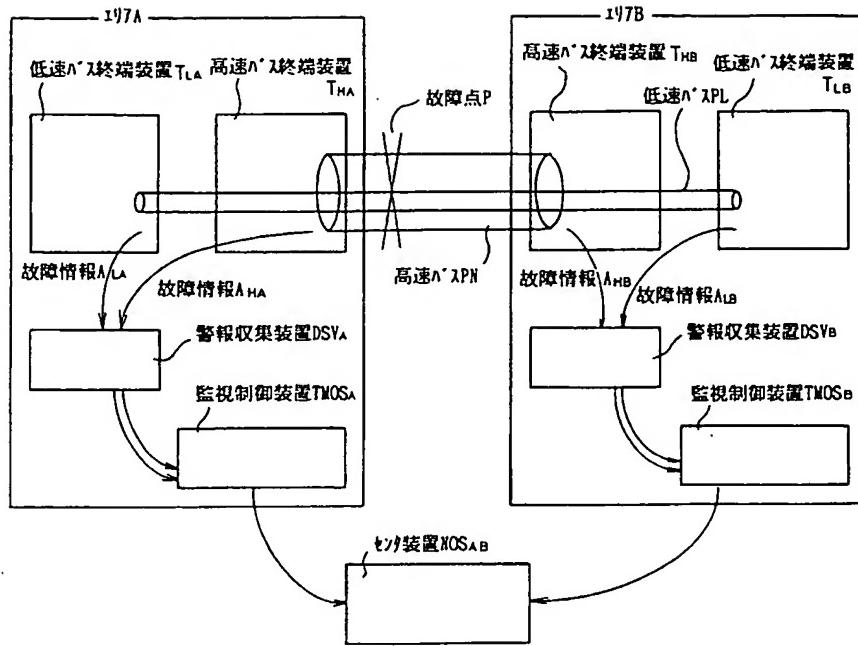
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第9図

第1頁の続き

②発明者 海野 俊一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

- (19) Japanese Patent Office (JP)
- (12) Patent Office Gazette (A)
- (11) Patent No. 79629/1992 (Heisei 4)
- (43) Laid-open date: March 13, 1992
- (54) [Title of the Invention]

SYSTEM OF MONITORING SDH DIGITAL MULTIPLEX TRANSMISSION LINE

- (21) Application No. JP-B No. 193135/1990
- (22) Date of filing September 23, 1990

Application of Term 1 of Article 30 of Patent Law Published  
in "1990 Spring National Convention Lecture Papers Volume 3 of  
The Institute Electronic, Information and Communication and  
Engineers"

- (72) Inventors: Hiroyuki HARA, Kenkou YANO, Takashi HOSHINO,  
Shunichi UNNO  
Nippon Telegraph and Telephone Corp.

Uchisaiwaicho 1-chome 1-6, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

- (71) Applicant: Nippon Telegraph and Telephone Corp.  
Uchisaiwaicho 1-chome 1-6, Chiyoda-ku, Tokyo

- (74) Agent: Patent Attorney, Hidekazu Miyoshi, and another

Specification

## 1. Title of the Invention

SYSTEM OF MONITORING AN SDH DIGITAL MULTIPLEX TRANSMISSION LINE

## 2. Claims

(1) A system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line, comprising:

low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and

plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device,  
wherein

the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path in which an error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path in which the error condition was detected, and the low-speed path terminating devices have a means for separating the monitoring information from received overheads of the low-speed paths to analyze it.

(2) A system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line, comprising:

low-speed path terminating devices that terminate

low-speed paths; and

plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device,  
wherein

the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or a device in error condition and the time when the error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into an overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and a means for transferring monitoring information from a preceding section, and the low-speed path terminating devices have a means for separating the time when an error condition was detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and comparing the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

### 3. Detailed Description of the Invention

(Purpose of the Invention)

(Field of Industrial Application)

The present invention relates to a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line monitoring a digital multiplex transmission line employing optical fiber cables, and more particularly to a multiplex transmission system employing

interfaces conforming to G.707, G.708, G.709, and others recommended in International Consultative Committee for Telephone and Telegraph (CCITT).

(Prior Art)

A multiplex transmission line of this type, as shown in FIG. 9, has a low-speed path PL provided to transmit information between areas A and B, and a high-speed path PN passing through the middle of the high-speed path PN. One end of the low-speed path is terminated in a low-speed path terminating device  $T_{LA}$  in the area A, and the other end is terminated in a low-speed path terminating device  $T_{LB}$  in the area B. One end of the high-speed path PN is terminated in a high-speed path terminating device  $T_{HA}$  in the area A, and the other end is terminated in a high-speed path terminating device  $T_{HB}$  in the area B. In FIG. 9, only one low-speed path PL passes through the high-speed path PN. However, actually, plural low-speed paths are demultiplexed to high-speed paths. In such a multiplex transmission line, assume that the low-speed path PL operates at 1.5 Mb/s and the high-speed path PN operates at 52 Mb/s. A system of monitoring such a multiplex transmission line is commercialized in various modes. Its representative example is disclosed in Yokoyama, Yamaguchi, Kitazawa, Yamada: "Technology of Configuring COSMICS," NTT, Vol. 40, No. 11, page 60 and before (1988).

In the multiplex transmission line shown in FIG. 9, assume that a failure occurs in the high-speed path PN at a failure point P. Failure information  $A_{HA}$  and  $A_{HB}$  detected in high-speed

path terminating devices  $T_{HA}$  and  $T_{HB}$  terminating the high-speed path PN is outputted. At the same time, since the low-speed path PL housed in the high-speed path PN also fails, failure information  $A_{LA}$  and  $A_{LB}$  detected in the low-speed path terminating devices  $T_{LA}$  and  $T_{LB}$  terminating the low-speed path PL is outputted. These pieces of failure information are transferred to monitoring controllers  $TMOS_A$  and  $TMOS_B$ , and a center device  $NOS_{RB}$  via alarm collecting devices  $DSV_A$  and  $DSV_B$ . The monitoring controllers and the center device register in advance the high-speed path PN, the high-speed path terminating devices  $T_{HA}$  and  $T_{HB}$ , the high-speed path PN, and the low-speed path terminating devices  $T_{LA}$  and  $T_{LB}$  as network configuration information. Thereby, based on the inputted failure information  $A_{HA}$ ,  $A_{HB}$ ,  $A_{LA}$ , and  $A_{LB}$ , the monitoring controllers and the center device locate a failure section and failure contents within an area and between areas, respectively.

(Problem to be Solved by the Invention)

In the above-mentioned conventional system of monitoring a multiplex transmission line, for example, if the high-speed path fails, failure information is outputted from the high-speed path terminating device. At the same time, the low-speed path housed in the high-speed path also fails, and failure information is also outputted from the low-speed path terminating devices. As a result, since much failure information will concentrate or must be concentrated in the monitoring controllers and the center device, there is a problem that, in addition to communication lines for transmitting main signals, additional

communication lines from each path terminating device to the monitoring controllers and the center device are required.

Moreover, to locate a failure point from the much failure information, it is necessary to have a database containing information indicating which low-speed paths are housed in which high-speed paths. Specifically, the monitoring controllers must have a network configuration database indicating connection relationships among all related path terminating devices, and there is a problem in that the configuration is complicated.

Furthermore, the network configuration database must perfectly reflect actual connection relationships, and always hold the most recent information by changing data each time a connection relationship is changed. This requires cumbersome operations.

The present invention has been made in view of the above circumstances and provides a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line that can correctly judge the contents of path error conditions with a simple configuration.

#### [Configuration of the Invention]

##### (Means for Solving the Problems)

To achieve the above object, a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention comprises: low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for

generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device. The high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path in which an error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path in which the error condition was detected. The low-speed path terminating devices have a means for separating the monitoring information from received overheads of the low-speed paths to analyze it.

Also, a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention comprises: low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths. Here, each of the path terminating devices has a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device. The high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or device in error condition and the time when the error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and a means for transferring monitoring information from a preceding section. The low-speed path terminating devices have a means for separating the time when an error condition was

detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and comparing the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

(Function)

In the system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention, the identifier of a high-speed path in which an error condition was detected is inserted into overhead on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path as monitoring information, and low-speed path terminating devices separate the monitoring information from the overhead of a receiving low-speed path to analyze the monitoring information.

In the system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention, the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or device in error condition and the time when the error condition was detected, together with error notification information, as monitoring information, into overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and transfer monitoring information from a preceding section, and the low-speed path terminating devices separate the time when an error condition was detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and compare the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

(Preferred embodiments)

Hereinafter, preferred embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings.

FIG. 1 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to an embodiment of the present invention is applied. The multiplex transmission line shown in the drawing includes low-speed paths LP<sub>1</sub> and LP<sub>2</sub>, low-speed path terminating devices LT<sub>A</sub> and LT<sub>C</sub>, and high-speed path terminating devices HT<sub>A</sub>, HT<sub>B</sub>, and HT<sub>C</sub>, which are placed between the low-speed paths, demultiplex the low-speed paths to high-speed paths HP<sub>A</sub>, HP<sub>B1</sub>, and HP<sub>B2</sub>, and terminate the high-speed paths. Each of the devices includes a means for generating monitoring information from a received signal and operation conditions of the device.

The following describes the operation of the multiplex transmission line. Generally, the high-speed paths and the low-speed paths allow bidirectional transmission. However, here, only unidirectional transmission will be described. In the high-speed path terminating devices, high-speed paths that they terminate, and identifier IDs assigned to identify the devices themselves are stored in advance. The high-speed path terminating device HT<sub>A</sub> inserts monitoring information S<sub>A</sub> of the device to overheads on frame formats of the low-speed paths LP<sub>1</sub> and LP<sub>2</sub>. The high-speed path terminating device HT<sub>B</sub> inserts monitoring information S<sub>A</sub> transferred by the overheads of the low-speed paths LP<sub>1</sub> and LP<sub>2</sub>, and monitoring information S<sub>B</sub>

containing error condition notification information of the high-speed path  $HP_A$  and the device to the respective overheads of the low-speed paths. Likewise, the high-speed path terminating device  $HT_c$  inserts the monitoring information ( $S_A + S_B$ ) transferred by the overhead of the low-speed paths  $LP_1$  and monitoring information  $S_c$  containing error notification information of the high-speed path  $HP_{B1}$  and the device to an overhead of the low-speed path  $LP_1$ .

In this way, the low-speed path terminating device  $LT_c$  can automatically collect monitoring information of all the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the terminated low-speed path  $LP_1$  has passed. Accordingly, by relating a detected error condition of the low-speed path with error conditions of the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the low-speed path has passed, the cause of the error condition can be determined.

FIG. 2 is a block diagram showing in detail the construction of the high-speed path terminating devices  $HT_B$  and  $HT_c$ , and the low-speed path terminating device  $LT_c$  which are shown in FIG. 1. In this embodiment, a 150-Mb/s signal (STM-1) is used as a high-speed path, and a 52-Mb/s signal (VC-32) is used as a low-speed path. FIG. 3 shows frame formats of the 150-Mb/s signal and the 52-Mb/s signal. Symbols shown are as described in Table 1, and bytes marked with X may be freely used in individual countries. Of the path overhead, byte F2 provided for maintenance personnel and reserved bytes Z3 to Z5 are available

to the present invention. In this configuration, the F2 byte is used to transfer monitoring information.

Table 1 (symbols of FIG. 3)

Overhead byte	Usage	
Section overhead	A1, A2	Frame synchronization
	B1, B2	Error monitoring in error monitoring section zone of relay section zone
	D1 - D3	Used for maintenance
	D4 - D12	
	E1, E2	Voice communication for maintenance personnel
	C1	Specification of STM-1 multiplex signal within STM-M
	K1, K2	Switching control and alarm transfer in section zone
	F1	Used for maintenance personnel
Pointer	Z1, Z2	Reserved
	H1, H2	Indication of start phase of VC-32 path
	H3	Frequency synchronization
Path overhead	J1	VC-32 path connection path confirmation
	B3	Error monitoring in VC-32 path zone
	C2, G1	Alarm transfer
	F2	Used for maintenance personnel
	H4	Multiframe display
	Z3 - Z5	Reserved

The following three error conditions are defined: "signal disconnection," "an error rate of a specified value or greater (an error rate is calculated using a bit error detected by the B1, B2, and B3 bytes within a device)," and "failure of concerned device such as failure of a receiving circuit." Accordingly, the high-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information ALMH from received operation information of high-speed paths and operation information of the devices. The means comprises: frame synchronizing circuits 11 and 21 that detect signal disconnection

when synchronization cannot be established between frames; error detecting circuits 12 and 22 that detect the occurrence of an error; error rate calculating circuits 13 and 23 that detect that an error rate exceeds a prescribed value; and device monitoring circuits 14 and 24 that monitor a failure of the concerned devices. Also, monitoring information generating circuits 17 and 27 are provided to add an identifier  $ID_N$  (stored in storage circuits 15 and 25 in advance) indicating a terminated high-speed path name or a device name to the error condition notification information  $ALM_H$  and assemble monitoring information  $S_B$  and  $S_C$ .

The low-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information  $ALM_L$  from received operation information of low-speed paths and operation information of the concerned devices. The means comprises: an error detecting circuit 32 that detects the occurrence of an error; an error rate calculating circuits 33 that detects that an error rate exceeds a prescribed value; and a device monitoring circuit 34 that monitors a failure of the concerned devices.

The high-speed path terminating device  $HT_B$  separates monitoring information from received path overheads of the low-speed paths  $LP_1$  and  $LP_2$  housed in the high-speed path  $HP_A$ , adds monitoring information  $S_B$  generated in the device to the monitoring information, and inserts again the resultant monitoring information to the path overheads of the low-speed paths  $LP_1$  and  $LP_2$ . The high-speed path terminating device  $HT_C$  separates monitoring information from a received path overhead

of the low-speed path LP<sub>1</sub>, adds monitoring information S<sub>C</sub> generated in the device to the monitoring information, and inserts again the resultant monitoring information to the path overhead of the low-speed path LP<sub>1</sub>. The low-speed path terminating device LT<sub>C</sub> compares monitoring information of high-speed paths transferred by a received path overhead of the low-speed path LP<sub>1</sub> and monitoring information detected in the device to determine the cause of a failure. Specifically, the high-speed path terminating devices HT<sub>B</sub> and HT<sub>C</sub> include low-speed path separating circuits 18 and 28 for separating the low-speed paths housed in the high-speed paths, and selecting circuits 19-1, 19-2, and 29 that separate F2 byte of the path overheads of the low-speed paths and, according to the existence or absence of error condition notification information ALM<sub>H</sub> from the monitoring information generating circuit, again insert monitoring information of the separated signal without modification, or additionally insert the output of the monitoring information generating circuits 17 and 27. The selecting circuits are provided corresponding to the low-speed paths. The high-speed path terminating device HT<sub>B</sub> includes low-speed path multiplexing circuits 20-1 and 20-2 that again multiplex the low-speed paths to the high-speed paths.

On the other hand, the low-speed path terminating device LT<sub>C</sub> includes an F2 separating circuit 37 that separates F2 byte of overheads of the low-speed paths, and an analyzing circuit 38 that compares monitoring information inserted by the high-speed path terminating devices and transferred in F2 byte,

and monitoring information detected in the concerned devices to determine the cause of a failure of the low-speed paths.

The following describes a method of inserting monitoring information into overhead on a frame format of the low-speed paths. In FIG. 2, assume that an error (error rate deterioration: error rate exceeding a prescribed value) occurs in the high-speed path  $HP_A$ . The detecting circuit 12 of the high-speed path terminating device  $HT_B$  detects error rate deterioration of the high-speed path  $HP_A$  and sends error condition notification information  $ALM_{HA}$  to the monitoring information generating circuit 17. The monitoring information generating circuit 17 reads identifier  $ID_{HA}$  of the high-speed path  $HP_A$  from the storage circuit 15, generates monitoring information  $S_B$ , and sends it to the selecting circuits 19-1 and 19-2.

The selecting circuits 19-1 and 19-2 insert the monitoring information  $S_B$  into the path overhead F2 byte of the low-speed path  $LP_1$ , and changes error monitoring byte B3 of VC-32 path zone. Specifically, the VC-32 path being a low-speed path is monitored end-to-end (between the low-speed path terminating devices  $LT_A$  and  $LT_C$  in this embodiment) using bit interleaved parity. Therefore, if monitoring information  $S_B$  is inserted midway, a failure of the low-speed path could not be monitored. A method of changing B3 byte will be described using FIG. 4, which is a drawing showing a detailed construction of the selecting circuits. In the drawing, the reference number 41 designates a parity check circuit; 42, an F2 separating circuit; 43, a data receiving circuit; 44, a data combining circuit; 45,

a data sending circuit; 46, an F2 inserting circuit; and 47, a parity changing circuit. In this operation, an inputted low-speed path LP<sub>1</sub> signal is checked in the parity check circuit 41 to see if an error has occurred up to that point. At the same time, F2 byte is separated from the path overhead by the F2 separating circuit 42, and monitoring information is fetched from a preceding zone by the data receiving circuit. The data combining circuit 44 sends the monitoring information SB to the data sending circuit 45 in a period during which there is no monitoring information from the preceding zone. The data sending circuit 45 adds a frame signal for data communication and the like to the monitoring information S<sub>B</sub>, assembles an existing HDLC signal, and sends it to the F2 inserting circuit 46. The F2 inserting circuit 46 inserts the signal sent from the data sending circuit 45 to F2 byte of the path overhead of the low-speed path P<sub>1</sub>. The parity adding circuit 46 recalculates interleaved parity of the low-speed path (VC-32 path) into which the monitoring information S<sub>B</sub> is inserted, and puts the calculation result in B3 byte of the next frame as parity bits. At this time, when the parity check circuit 41 detects an error, 1/0 of a corresponding bit is inverted to keep a monitoring status in the preceding zone.

The error rate calculating circuits 33 of the low-speed path terminating device LT<sub>C</sub> detects error rate deterioration of the low-speed path LP<sub>1</sub> caused by error rate deterioration in the high-speed paths, and sends error condition notification information ALML1 to the analyzing circuit 38. On the other

hand, another input terminal of the analyzing circuit 38 receives the high-speed path monitoring information  $S_B$  transferred in F2 bytes of the path overhead of the low-speed path LP<sub>1</sub> after being separated by the F2 separating circuit 37. The analyzing circuit 38, by comparing the error condition notification information ALM<sub>L1</sub> and the high-speed path monitoring information  $S_B$ , can determine that the error rate deterioration of the low-speed path has been caused by the error rate deterioration of the high-speed path HP<sub>A</sub>.

According to the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, in a system of monitoring operation conditions of a low-speed path by a low-speed path terminating device, monitoring information indicating operation conditions of a high-speed path terminating device installed in the middle of the low-speed path is inserted into an overhead on a frame format of a main signal of the low-speed path and automatically transferred to a low-speed path terminating device provided in a receiving end of the low-speed path, whereby a communication line for a monitoring information signal different from the main signal path is disabled, and the low-speed path terminating device is enabled to easily collect information about the cause of possible quality change to determine the cause.

To be more specific, in the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, in a point where a failure (error) is detected, failure contents are added to the overhead on the frame format. When a failure occurs in a

high-speed path, information about the failure is put in the overhead of the low-speed path housed in the high-speed path.

The frame format of a main signal is defined in G.707, G.708, G.709, and others recommended in International Consultative Committee for Telephone and Telegraph (CCITT). As paths in this embodiment, signals of various speeds including section are available. The section overhead and the path overhead have plural free bytes that can be used for various purposes. These bytes can be used to effectively transfer necessary monitoring information. The above-mentioned recommendations G.707, G.708, and G.709 are described in detail in "Blue Book" issued from International Telecommunication Union.

FIG. 5 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to another embodiment of the present invention is applied. The multiplex transmission line shown in the drawing includes low-speed path terminating devices  $LT_A$ ,  $LT_B$ , and  $LT_D$  installed in both ends of low-speed paths  $LP_1$ ,  $LP_2$ , and  $LP_3$ , and high-speed path terminating devices  $HT_A$ ,  $HT_{B1}$ ,  $HT_{B2}$ ,  $HT_C$ , and  $HT_D$ , installed in the middle of the low-speed paths, which demultiplex the low-speed paths to high-speed paths  $HP_A$ ,  $HP_{B1}$ ,  $HP_{B2}$ ,  $HP_{B3}$ , and  $HP_C$ , and terminate the high-speed paths. Each of the devices includes a means for generating monitoring information from a received signal and operation conditions of the device.

The following describes the operation of the multiplex

transmission line. Generally, the high-speed paths and the low-speed paths allow bidirectional transmission. However, here, only unidirectional transmission will be described. In the high-speed path terminating devices, high-speed paths that they terminate, and identifier IDs assigned to identify the devices themselves are stored in advance. The high-speed path terminating device  $HT_A$  inserts monitoring information  $S_A$  of the device to overhead of the high-speed path  $HP_A$ . The high-speed path terminating device  $HT_{B1}$  adds monitoring information  $S_{B1}$  including error condition notification information of the high-speed path  $HP_A$  and the device to the monitoring information  $S_A$  transferred by the overhead of the high-speed path  $HP_A$  of the preceding zone, and inserts the resultant monitoring information ( $S_A + S_{B1}$ ) to overhead of high-speed path of the next zone. At this time, the low-speed paths  $LP_1$  and  $LP_2$  housed in the high-speed path  $HP_A$  are separated to the high-speed paths  $HP_{B1}$  and  $HP_{B2}$ , respectively. Therefore, the monitoring information ( $S_A + S_{B1}$ ) is inserted into overheads of both the high-speed paths  $HP_{B1}$  and  $HP_{B2}$ . Likewise, the high-speed path terminating device  $HT_C$  adds monitoring information  $S_C$  including error condition notification information of the high-speed paths  $HP_{B3}$  and  $HP_{B1}$  and the device to the monitoring information  $S_{B2}$  transferred by overhead of the high-speed path  $HP_{B3}$  and monitoring information ( $S_A + S_{B1} + S_{B2}$ ) transferred by overhead of the high-speed path  $HP_{B1}$ , and inserts the resultant monitoring information ( $S_A + S_{B1} + S_{B2} + S_C$ ) into overhead of the high-speed path  $HP_C$  on the next zone. The high-speed path terminating device  $HT_D$  adds

monitoring information of the high-speed path HP<sub>C</sub> and the device to monitoring information transferred by overhead of the high-speed path HP<sub>C</sub>, and transfers the resultant monitoring information to the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> over an inter-device information line L.

In this way, the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> can keep track of monitoring information of all high-speed paths and high-speed path terminating devices through which the low-speed path LP<sub>1</sub> and LP<sub>3</sub> have passed. Therefore, when an error condition is detected in a low-speed path, the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> can determine the cause of the error condition by relating the detected error condition with error conditions of the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the low-speed path has passed.

FIG. 6 is a block diagram showing in detail the configuration of the high-speed path terminating devices HT<sub>C</sub> and HT<sub>D</sub>, and the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> shown in FIG. 5. In this example, a 150-Mb/s signal (STM-1) is used as high-speed paths, and a 52-M signal (VC-32) is used as low-speed paths. Frame formats of the 150-Mb/s signal and 52-M signal are as shown in FIG. 3. The upper three rows of section overhead are bytes used in relay zones, and when the relay zones are included to locate a failure, bytes D1 to D3 used for maintenance operation in Table 1, byte F1 for use by maintenance personnel, and bytes marked with X within the upper three lines are available to the present invention. In this embodiment, F1 byte is used to transfer monitoring information.

As described above, the following three error conditions are defined: "signal disconnection," "an error rate of a specified value or greater," and "failure of concerned device such as failure of a receiving circuit." Accordingly, the high-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information  $ALM_H$  from received operation information of high-speed paths and operation information of the concerned devices. The means comprises: frame synchronizing circuits 11 and 31 that detect signal disconnection when synchronization cannot be established between frames; error detecting circuits 12 and 32 that detect the occurrence of an error; error rate calculating circuits 13 and 33 that detect that an error rate exceeds a prescribed value; and device monitoring circuits 14 and 34 that monitor a failure of the concerned devices. Also, monitoring information generating circuits 19 and 39 are provided to add error detection time  $TM_H$  (obtained from clocks 16 and 36) and an identifier IDN (stored in storage circuits 15 and 35 in advance) indicating a terminated high-speed path name or a device name to the error condition notification information  $ALM_H$  and assemble monitoring information SC and SD.

The low-speed path terminating devices, as a means for generating error condition notification information  $ALM_L$  from received operation information of low-speed paths and operation information of the concerned devices, has an error detecting circuit 52 that detects the occurrence of an error. The high-speed path terminating device HTc in which an error rate

exceeds a predetermined value separates monitoring information from section overhead of the receiving high-speed path  $HP_{S1}$  and  $HP_{S3}$ , adds monitoring information  $S_c$  generated in the device, and inserts the resultant monitoring information into overhead of the high-speed path  $HP_c$  of the next stage. The high-speed path terminating device  $HT_D$  separates monitoring information from the section overhead of the receiving high-speed path  $HP_c$ , adds monitoring information  $S_D$  generated in the device, and transfers the resultant monitoring information to the low-speed path terminating device via the information line  $L$ . The low-speed path  $LT_D$  compares the high-speed path monitoring information sent from the high-speed path terminating device  $HT_D$  via the information line  $L$  and monitoring information detected in the device, and determines the cause of failure. Specifically, the high-speed path terminating devices  $HT_c$  and  $HT_D$  include F1 separating circuits 17 and 37 that separate F1 byte from receiving high-speed paths, and data receiving circuits 18 and 38 that fetch monitoring information from a separated signal. They also include selecting circuits 21 and 41 that, according to the existence of absence of error condition notification information  $ALM_H$ , transfer monitoring information from the preceding high-speed path sections to the next high-speed path section without modification, or adds the output of the monitoring information generating circuits 19 and 39 to transfer the monitoring information to the next section. Demultiplexing circuits 20 and 40 demultiplex low-speed paths housed in the high-speed paths. The high-speed path terminating device  $HT_c$

includes an F1 inserting circuit 23 that inserts monitoring information into F1 byte of the high-speed path HP<sub>C</sub>.

On the other hand, the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> includes a comparing circuit 64 that compares time TM<sub>L</sub> (given by clock 56) when an error was detected in the low-speed paths, and TM<sub>H</sub> in monitoring information sent from the high-speed path terminating device, and relates it with error condition notification information ALM<sub>L</sub> detected in the device.

To perform message communication, the high-speed path terminating devices HT<sub>C</sub> and HT<sub>D</sub> include data receiving circuits 18 and 19, and data sending circuits 22 and 24, and the low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> includes a data receiving circuit 58. High-quality communication can be easily performed by using existing HDLC protocol or the like as communication protocols among the sending and the receiving circuits. FIG. 7 shows the configuration of HDLC frame used to transmit monitoring information as a message.

The following describes a method of inserting monitoring information into overhead on a frame format of a high-speed path and a method of determining the cause of failure. In FIG. 6, assume that failures (error rate deterioration: an error rate of a prescribed value or greater) occurred in the high-speed paths HP<sub>B1</sub> and HP<sub>B3</sub> at times TM<sub>H1</sub> and TM<sub>H3</sub>, respectively. The detecting circuit 12 of the high-speed path terminating device HT<sub>C</sub> detects error rate deterioration of the high-speed path HP<sub>B1</sub> and sends error condition notification information ALM<sub>H1</sub> to the monitoring information generating circuit 19. The monitoring

information generating circuit 19 reads the time  $TM_{H1}$  when the error rate deterioration was detected from the clock 16, and the identifier  $ID_{H1}$  of the high-speed path  $HP_{H1}$  from the storage circuit 15, generates monitoring information  $S_{C1}$ , and sends it to the selecting circuit 21. Also for error rate deterioration of the high-speed path  $HP_{B3}$ , in the same way, monitoring information  $S_{C3}$  (error condition notification information  $ALM_{H3}$ , detection time  $TM_{H3}$ , identifier  $ID_{H3}$ ) is generated and sent to the selecting circuit 21. Since there is no monitoring information transferred by overhead of the high-speed paths  $HP_{B1}$  and  $HP_{B3}$  of the preceding section, the selecting circuit 21 sends only monitoring information  $S_c$  ( $S_{C1} + S_{C2}$ ) generated in the device to the data sending circuit 22. The data sending circuit 22 assembles the monitoring information to HDLC frame configuration, and the F1 inserting circuit 23 inserts it into overhead on frame format of the high-speed path  $HP_c$ . In this case, in the F1 byte, a message shown in FIG. 8 is sent.

In the high-speed path terminating device  $HT_D$  of the next stage, because the high-speed path  $HP_c$  and the device are not in error condition, monitoring information of the F1 byte separated by the F1 separating circuit 37 is transferred to the low-speed path terminating device  $LT_D$  via the information line L.

The error rate calculating circuit 53 of the low-speed path terminating device  $LP_D$  detects error rate deterioration caused by the error rate deterioration that occurred in the high-speed path  $HP_{B1}$ , and sends error condition notification

information  $ALM_{L1}$  to the comparing circuit 64. The comparing circuit 64 reads the time  $TM_{L1}$  when the error rate deterioration was detected from clock 56, and compares it with times  $TM_{H1}$  and  $TM_{H3}$  separated from the monitoring information  $S_c$ . The following expression is satisfied between times when error conditions due to an identical cause were detected:

$$TM_{L1} = TM_{H1} + \alpha$$

$\alpha$  designates transmission delay time in a high-speed path and processing time within a device, usually no more than 100 ms. In comparing detection times, by using several hundreds of milliseconds as a permissible error range, it can be correctly determined that the error condition notification information  $ALM_{L1}$  and  $ALM_{H1}$  occurred for an identical cause. Since time difference between  $TM_{L1}$  and  $TM_{H3}$  is greater than several hundreds of milliseconds, it is impossible to erroneously determine that the cause of  $ALM_{L1}$  is the same as that of  $ALM_{H3}$ . By thus comparing detection times, even when failures occur in plural paths terminating in the low-speed path terminating device  $LT_D$ , a high-speed path causing a failure of each path can be easily located.

In the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, failure occurrence time is used as failure information and put in the overhead. The terminating part of a low-speed path detects when the path failed. Assume that the time is A. When a high-speed path fails, failure information including time information is put in the overhead of the high-speed path. Assume that the time is B. By comparing the

times A and B, it is determined that a cause at A is in the high-speed path in which the failure at B occurred.

[Effect of the invention]

As has been described above, according to the present invention, error condition notification information detected in a high-speed path terminating device is transmitted as monitoring information together with an identifier of a high-speed path or a device, to a low-speed path terminating device, using overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path. Or error condition notification information detected in the high-speed path terminating device is transmitted as monitoring information together with an identifier of a high-speed path or a device, and the time when it was detected, to the low-speed path terminating device, successively via high-speed path terminating devices, using overheads on frame formats of the high-speed paths. Therefore, the low-speed path terminating device can locate a failure section by relating an error condition of a low-speed path signal detected in the device with error conditions of high-speed paths. As a result, additional communication lines from each path terminating device to a monitoring device for locating a failure section are not required. Moreover, a network configuration database indicating connection relationships among bus terminating devices for locating failure sections becomes unnecessary, so that operations for maintaining the database become unnecessary.

4. Brief Description of the Drawings

FIG. 1 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to an embodiment of the present invention is applied. FIG. 2 is a block diagram showing in detail the construction of the high-speed path terminating devices, and the low-speed path terminating device which are used in FIG. 1. FIG. 3 is a drawing showing frame formats of 150-Mb/s signal and 52-Mb/s signal that show the configuration of overhead of the embodiment of FIG. 1. FIG. 4 is a drawing showing the construction of the selecting circuits used in the high-speed path terminating devices of FIG. 2. FIG. 5 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to another embodiment of the present invention is applied. FIG. 6 is a block diagram showing in detail the configuration of the high-speed path terminating devices, and the low-speed path terminating device which are used in the multiplex transmission line of FIG. 5. FIG. 7 is a drawing showing the configuration of a message of monitoring information inserted into F1 byte. FIG. 8 is a drawing showing a message of monitoring information inserted into F1 byte. FIG. 9 is a drawing the construction of a conventional system of monitoring a multiplex transmission line.

HTA, HTB, HTC, HTD ... High-speed path terminating device

HPA, HPB, HPC ... High-speed path

LTA, LTB, LTC, LTD ... Low-speed path terminating device

LP1, LP2, LP3 ... Low-speed path

Agent: Patent Attorney, Hidekazu Miyoshi

## FIG. 2

High-speed path terminating device HT<sub>c</sub> (高速バス～)

18, 28. Low-speed path separating circuit

19-2, 29. Selecting circuit

20-2. Low-speed path multiplexing circuit

11, 21. Frame synchronizing circuit (signal disconnection detection)

12, 22, 32. Error detecting circuit

13, 23, 33. Error rate calculating circuit

14, 24, 34. Device monitoring circuit

15, 25. Storage circuit

17, 27. Monitoring information generating circuit

Low-speed path terminating device LT<sub>c</sub> (低速バス～)

37. F2 separating circuit

38. Analyzing circuit

## FIG. 3

270 bytes (270バイト)

9 bytes (9バイト)

261 bytes (261バイト)

9 rows (9列)

Pointer (ポインタ)

Section overhead (セクション～)

87 bytes (87バイト)

Bus overhead (バス～)

STM-1: Synchro transport module level 1

VC-32: Virtual container 32

VC-11: Virtual container 11

FIG. 4

19-1. Selecting circuit

41. Parity check circuit

42. F2 separating circuit

43. Data receiving circuit

44. Data combining circuit

45. Data sending circuit

46. F2 inserting circuit

47. Parity changing circuit (B3 changed)

Monitoring information S (from the monitoring information

generating circuit 17) (監視情報S～)

FIG. 5

Information line L (情報線L)

FIG. 6

High-speed path terminating device HT<sub>C</sub> (高速バス～)

17, 37. F1 separating circuit

21, 41. Selecting circuit

Low-speed path terminating device LT<sub>D</sub> (低速バス～)

11, 31. Frame synchronizing circuit (signal disconnection detection)

12, 32, 52. Error detecting circuit

13, 33, 53. Error rate calculating circuit

14, 34, 54. Device monitoring circuit

15, 35, 55. Storage circuit  
 16, 36, 56. Clock  
 18. Data receiving circuit  
 19, 39. Monitoring information generating circuit  
 20. Demultiplexing circuit  
 22, 42, 58 Data sending circuit  
 23. F1 inserting circuit  
 64. Comparing circuit

Information line L (情報線L)

FIG. 7

End flag F (終了フラグ)

Frame check sequence FCS (フレーム～)

Error condition notification information ALM<sub>H</sub> (異常状態～)

Detection time TM<sub>H</sub> (検出～)

Identifier ID<sub>H</sub> (識別子)

Control C (制御)

Address A (アドレス)

Start flag F (開始フラグ)

Information I (情報)

Time (時間)

FIG. 8

ALM<sub>H3</sub> error notification information (ALM<sub>H3</sub>～)

TM<sub>H3</sub> detection time (TM<sub>H3</sub>～)

ID<sub>H3</sub> identifier (ID<sub>H3</sub>～)

ALM<sub>H1</sub> error notification information (ALM<sub>H1</sub>～)

$TM_{H1}$  detection time ( $TM_{H1} \sim$ )  
 $ID_{H1}$  identifier ( $ID_{H1} \sim$ )  
 Error notification of high-speed path  $HP_{B3}$  (高速バス  $HP_{B3} \sim$ )  
 Error notification of high-speed path  $HP_{B1}$  (高速バス  $HP_{B1} \sim$ )  
 Time (時間)

FIG. 9

## Area A (エリアA)

Low-speed path terminating device  $T_{LA}$  (低速バス終端装置  $T_{LA}$ )  
 High-speed path terminating device  $T_{HA}$  (高速バス終端装置  $T_{HA}$ )  
 Failure information  $A_{LA}$  (故障情報  $A_{LA}$ )  
 Failure information  $A_{HA}$  (故障情報  $A_{HA}$ )  
 Alarm collecting device  $DSV_A$  (警報収集装置  $DSV_A$ )  
 Monitoring controller  $TMOS_A$  (監視制御装置  $TMOS_A$ )  
 Failure point P (故障点)  
 High-speed path PN (高速バス)

## Area B (エリアB)

Low-speed path terminating device  $T_{HB}$  (低速バス終端装置  $T_{HB}$ )  
 High-speed path terminating device  $T_{LB}$  (高速バス終端装置  $T_{LB}$ )  
 Low-speed path PL (低速バス)  
 Failure information  $A_{HB}$  (故障情報  $A_{HB}$ )  
 Failure information  $A_{LB}$  (故障情報  $A_{LB}$ )  
 Alarm collecting device  $DSV_B$  (警報収集装置  $DSV_B$ )  
 Monitoring controller  $TMOS_B$  (監視制御装置  $TMOS_B$ )  
 Center device  $MOS_{AB}$  (センタ装置)